تطبيقات في الذكاء الاصطناعي

محمود خليل ابراهيم
المركز القومي للحاسبات الالكترونية

1- المقدمـــــــة

يعني هذا الموضوع بدراسة النظريات والاساليب الممكنة لانشاء منظومات (برامج او اجهزة مبرمجة) قادرة علـــــى استنتاج حقائق جديدة من خلال معالجة المعلومات المتوفرة لدى المنظومة ومن ثم استخدام هذه الحقائق للوصول الـى حل للمعطلة المطروحة .

على ان الذكاء الاصطناعي ليس علم بحد ذاته وانمـــــــا هو مجموعة من النظريات والسبل التي تطورت من العلـــــــــوم والمجالات الاخرى كالرياضيات , الالكترونيات , علـــــــــم الحاسبات , والفلسفة , ويضم هذا الموضوع عدد من المجـــالات ولكل مجال اساليب متخصصة في حل المعضلات الخاصة بذلـــــك المجال وسوف يتم عرض المجالات الرئيسية بايجاز لاحقا .

تتميز تطبيقات الذكاء الاصطناعي بكونها كبيرة ومعقدة ومـــا يجعلها معقدة هو حجم الاحتمالات التي يجب ان يفتش عنهـــــا البرنامج والتي تصل في بعض البرامج الى اكثر من ملـــيـــون احتمال مما يتطلب وسائل تقنية مختلفة لغرض تقليـــل عدد الاحتمالات المطلوب فحصها بالاضافة الى ضرورة توفر آليـــة

الإستنتاج (INFERNECE ENGINE) (1) والعودة الى نقطة الاصل (BACKTRACKING) ومعالجة الهياكل الديناميكية (DYNAMIC STRUCTURE PROCESSING) لذلك فقد ظهرت لغات تخصصية تتوفر فيها كل هذه الخصائص بالاضافة الى خصائص برمجية اخرى لتسهيل مهمة كتابة مثل هذه البرامج واهم هذه اللغات هي لغة LISP ولغة PROLOG .

2- انظمة الانتاج : PRODUCTION SYSTEMS

تشترك معظم برامج الذكاء الصناعي في كونها تتميز بوجود فصل واضح بين مكونات البرنامج الاساسية ، والمعلومات ، المعالجة والسيطرة ، عند مستوى معين ، ولغرض الاستفادة من هذه الخاصية فقد وضعت مجموعة من القواعد التي يمكن تصميمها على اكبر قدر ممكن من المشكلات المطروحة وسميت بأنظمة الانتاج وتتضمن ثلاثة عناصر رئيسية :

2-1- قاعدة المعلومات الشاملة GLOBL DATA BASE

هي مجموعة المعلومات المتوفرة لدى البرنامج والتي تمثل هيكل المعلومات المركزي ، وتختلف صيغ تمثيل

---

(1) آلية الاستنتاج تبنى داخل المنظومة بمساعدة اللغات الخاصة بالذكاء الاصطناعي التي تمثل الجزء الذكي من المنظومة ، ويجرى البحث حاليا لاضافة هذه الآلية كجزء من متطلبات حاسبات الجيل الخامس .

المعلومات في الهيكل اعتمادا على نوع التطبيق فقد تكون عبارة عن مصفوفة بسيطة او قد تكون ملفا ضخما ، الا ان معظم التطبيقات تستخدم هياكل الاشجار TREES والهياكل الشبكية والهياكل البيانية GRAPHS باعتبارها هياكل نموذجية لوسائل التنقيب المعقدة المطلوبة في برامج الذكاء الاصطناعي .

وتجدر الاشارة هنا الى الصيغ الرياضية PREDICATE CALCULUS المستخدمة في وصف مفردات قواعد المعلومات والتي تسهل كثيرا في عمليات الاستنتاج المطلوبة .

مثال : يراد وصف لحالة اجسام معينة موضوعة على منضدة في وضع معين كما في الشكل (1) .

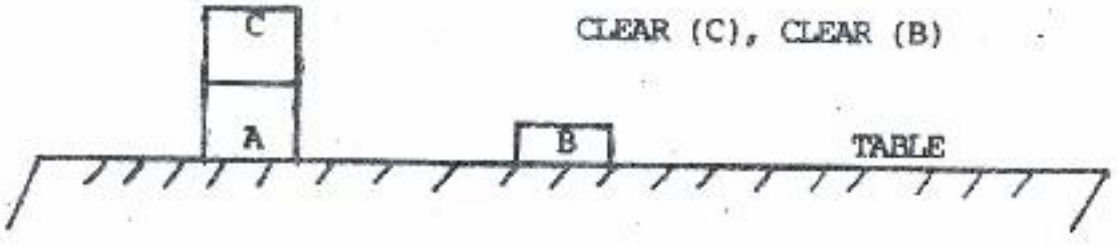
ON(C,A)

ONTABLE (B) , ONTABLE (A)

OR

ON(B,TABLE), ON (A,TABLE)

CLEAR (C), CLEAR (B)



شكل رقم (1)

2-2- قواعـــد الانتـــــــاج

قواعد الانتاج عبارة عن جمل شرطية ترد في احدى الصيغتيـــن التاليتين :

IF CONDITION THEN ACTION

IF CONDITION THEN ACTION1 ELSE ACTION2

وكما هو واضح فأن كل قاعدة تتكون من جزئين وهما الشـــــرط (CONDITION) والفعل (ACTION) وعند تنفيذ هذه القواعـد على قاعدة المعلومات فأنه يتم مقارنة الجـــــــزء الاول من القاعدة (CONDITION) مع قاعدة المعلومات وفي حالـــــــة مطابقتها فأنه يتم تنفيذ الجزء الثاني (ACTION) .

تنفيذ قواعد الانتاج المختلفة بأستمرار يغير قاعـــــــــدة المعلومات من حالة الى اخرى الى ان يتحقق شرط الانتهـــــاء (TERMINATION CONDITION) وبذلك يكون البرنامج قد انتهى من عمله وحقق الهدف المطلوب .

2-3- منظومة السيطرة CONTROL SYSTEM

هي مجموعة القواعد التي تحكم عملية اختيار وتنفيذ قواعـد الانتاج وبحث الاحتمالات الممكنة والتي يمكن ان تقود الـــى الحل المطلوب , وهناك انواع مختلفة من منظومات السيطـــرة التي يعتمد اختيارها على نوع قاعدة المعلومات المتوفـــرة وحجمها ويمكن تمييز نوعين منها .

2-3-1- ستراتيجية البحث غير القابل للنقض

IRREVOCABLE CONTROL STRATEGY

وفيها يتم اختيار قواعد الانتاج وتنفيذها دون العـــــودة اليها ثانية بغض النظر عن كونها تقود الى الحل المطلوب ام لا .

وتصلح هذه المنظومة للتطبيقات التي لايؤدي تنفيذ قواعـد الانتاج المختلفة الى تأثيرات جانبية (SIDE EFFECT) اي ان تنفيذ قاعدة الانتاج الي لاتقود الى الحل لاتؤثر علـــى تنفيذ قواعد الانتاج اللاحقـــة .

يستخدم هذا النوع من الانظمة مع قواعد المعلومات التـــي توفر الحل بغض النظر عن تسلسل معين قد يؤدي الى اطالـــة وقت التنفيذ لذلك فأنه من المفضل استخدام دالة رياضيـــة تساعد على انتقاء قواعد الانتاج التي تقود الى الحـــــل باقصر طريق مثل دالة التسلق (HILL CLIMBING FUNCTION).

2-3-2- ستراتيجية البحث التصميدي

TENTATIVE CONTROL STRATEGY

وفيها يتم اختيار قواعد الانتاج (وفي اغلب الاحوال لسبب معلوم (INFORMED) ويتم تنفيذها مع الاحتفاظ بحق العودة

الى نفس النقطة عندما لايؤدي تنفيذ هذه القاعدة الى الحل المطلوب او عندما يؤدي تنفيذها الى طريق مسدود (DEAD END) .

ويمكن تمييز نوعين من هذه المنظومات :

أ- الاسلوب التراجعي والبحث العامودي ابتداءً

BACKTRACKING DEPTHFIRST SEARCH

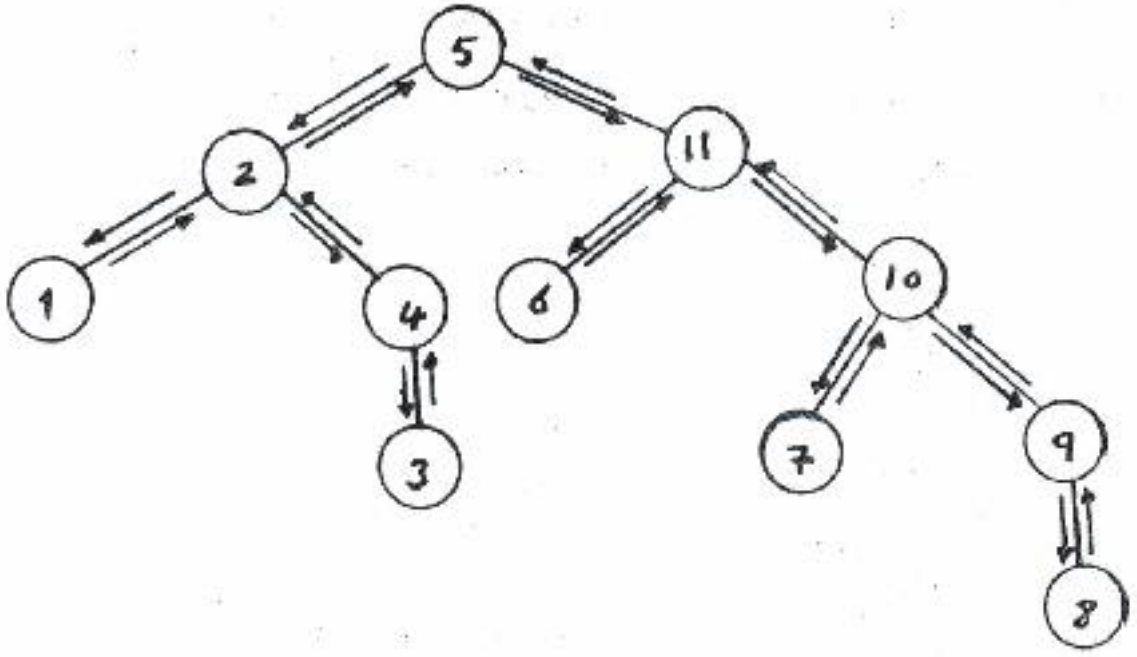
تعتمد هذه المنظومة على بناء هيكل شجري (TREE STRUCTURE) للاحتمالات الممكنة ووضع تسلسل لكل عقدة في هذه الشجرة , ويكون اتجاه التسلسل من الاسفل الى الاعلى ومن اليسار الى اليمين .

حيث يتم معالجة العقدة الواقعة في اعلى اليسار اولا مع جميع تفرعاتها نزولا الى اعمق عقدة ومن ثم العقدة التي عليها في التسلسل كما موضح في الشكل -2- .

وبذلك فأنه يصبح من الممكن العودة الى اي عقدة سبق معالجتها , ويمكن استثمار هذا النوع باقصى كفاءته عندما يكون اختيار قواعد الانتاج غير عشوائي بل استنادا الى سبب معلوم وبذلك فأن البرنامج نادرا مايكون بحاجة الى معالجة عقدة ثم معالجتها سابقا .

ومن خصائص هذا النوع انه يتم الاحتفاظ بعسار واحد فقط ويستبدل دائما عندما يتم الانتقال الى عقدة اخرى

وبذلك يضمن مع خزن قليلة الا ان كلفة الوقت تكون كبيرة عندما تزداد نقاط العودة الى العقد السابقة .



شكل رقم -2-

BACKTRACKING & DEPTH FIRST SEARCH

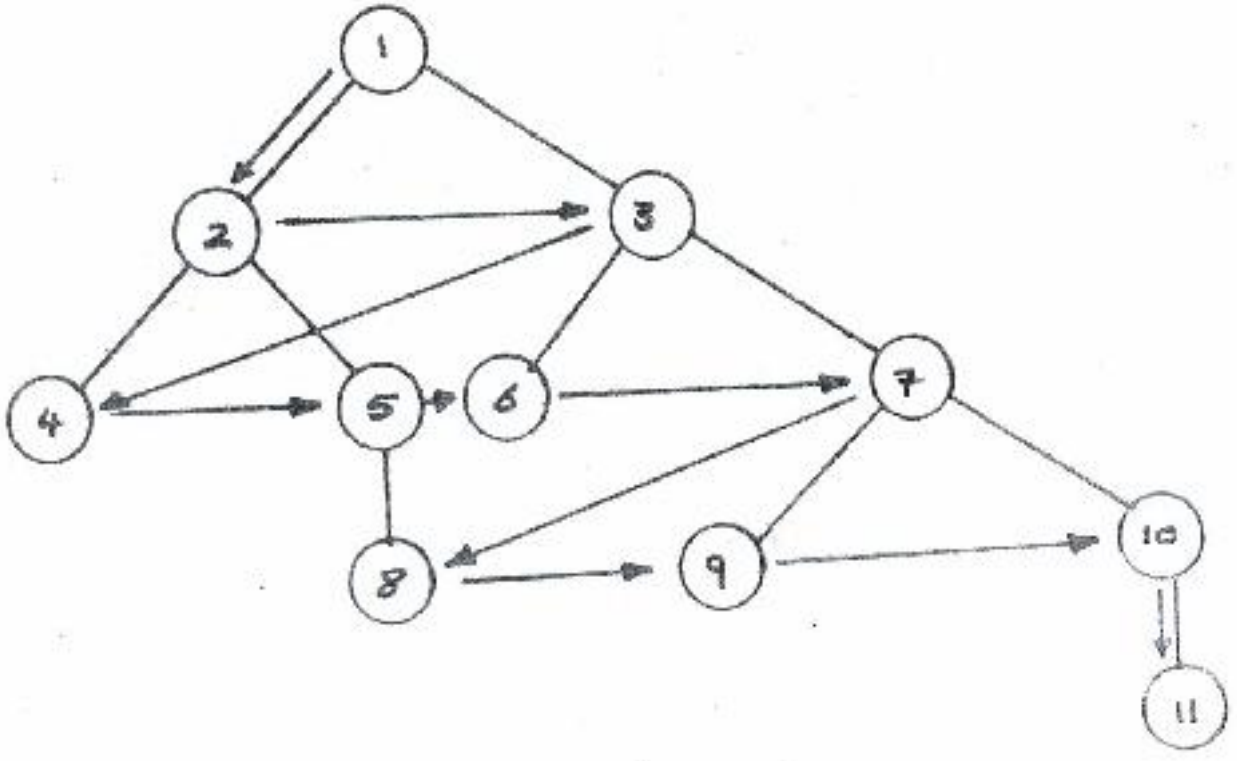
ب - البحث العرضي ابتداءً

BREADTH FIRST SEARCH

يتم ترقيم العقد لشجرة الاحتمالات بتقسيمها الى مستويات وترقم كافة العقد الواقعة في مستوى واحد

من اليسار الى اليمين ومن ثم العقد الواقعة في المستوى الادنى كما موضح في شكل رقم -3- .

من خصائص هذا النوع انه يحتفظ بكل المسارات التي تم فحصها وبذلك فأنه يحتاج الى مساحة خزن واسعة الا انه يضمن الوصول الى الحل بدون الحاجة الى العودة الى العقدة التي تم اختيارها سابقا .



شكل رقم -3-

BREADTH FIRST SEARCH

2-4- موازنة كلفة انظمة الانتـــــاج :

المقصود في كلفة انظمة الانتاج ليس كلفتها الاقتصاديـــة وانما كلفتها الحسابية (COMPUTATIONAL COST)والتـــي تتألف من العناصر التاليـــة :-

- مساحة الخزن المطلوبة ليهكل المعلومات المتوفرة لدى البرنامج وكذلك هيكل الاحتمالات التي يقوم بفحصها . وبالنظر لكون هذه الهياكل هي هياكل ديناميكيـــــــة ولتوفير السرعة في عمل البرنامج فأن هذه المساحـــة محسوبة على مساحة الذاكرة .

- الوقت اللازم لبناء الهياكل المطلوبة وفحص الاحتمالات المتولدة من هذه الهياكل ، وفي انظمة الانتاج يمكـــن حصر عناصر الكلفة الحسابية الواردة اعلاه كما يلي:

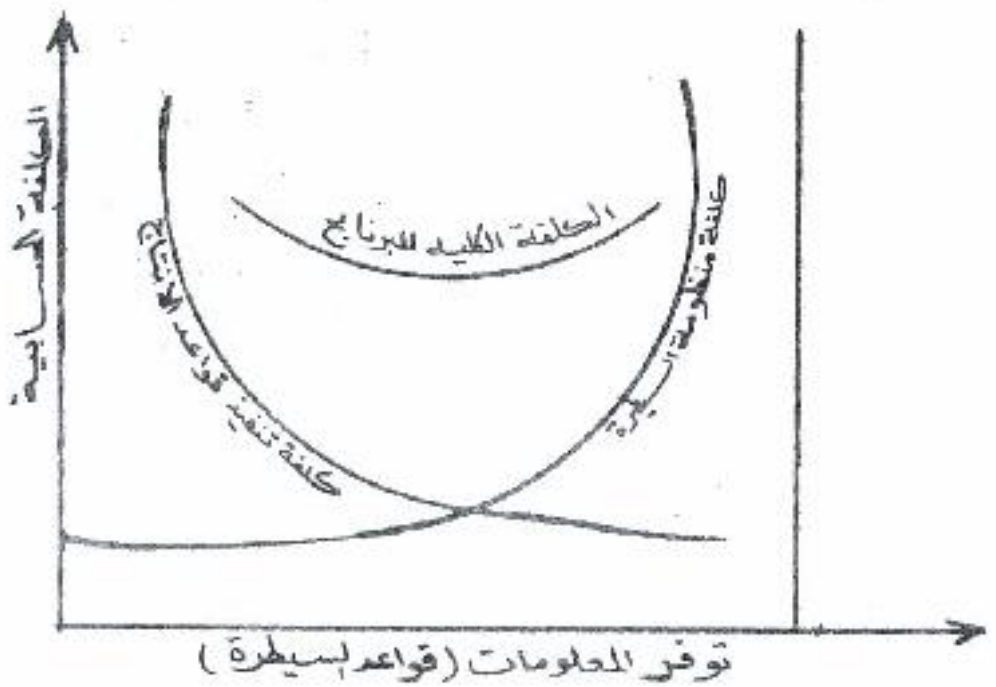
- كلفة تنفيذ قواعد الانتاج والتي تتمثل بالوقت اللازم لفحص الجزء الاول من القاعدة (الشرط) والوقت اللازم لتطبيق الجزء الثاني (الفعل)، ويلاحظ ان كلفـــــة تنفيذ قواعد الانتاج هي علاقة طردية مع الوقت اي كلما زاد عدد القواعد المطلوب تنفيذها كلما زاد وقـــــت تنفيذ البرنامج .

- كلفة منظومة السيطرة والتي تتمثل بنوع وحجم الهيكل المستخدم لتمثيل الاحتمالات والقواعد الموضوعة لبحث الاحتمالات , ويلاحظ ان علاقة كلفة منظومة السيطرة هي علاقة طردية مع مساحة الذاكرة المطلوبة , اي كلما كانت منظومة السيطرة كبيرة ومعقدة كلما زادت مساحة الخزن المطلوبة للبرنامج .

- اما العلاقة بين كلفة تنفيذ قواعد الإنتاج وكلفة منظومة السيطرة فهي علاقة عكسية (شكل رقم -4-) اي انه كلما كانت منظومة السيطرة متطورة وكبيرة كلما ساعدت على تنفيذ اقل عدد ممكن من قواعد الانتاج التي تؤدي الى الحل وبذلك فأن البرامج التي تتوفر فيها مثل هذه العلاقات يكون وقت تنفيذها قليل جدا ولكن على حساب مساحة الخزن المطلوبة والتي سوف تكون كبيرة وباهظة .

وعكس ذلك فكلما كانت منظومة السيطرة مبسطة ولاتساعد في اختيار قواعد الإنتاج بل يتم ذلك عشوائيا كلما كانت كلفة الخزن واطئة على حساب كلفة الوقت الكبيرة اللازمة لتنفيذ قواعد الانتاج مرارا وتكرارا لغرض الوصول الى الحل .

استنادا الى ماتقدم فأن كفاءة برامج الذكاء الاصطناعي تبقى محددة بمقدار مايوفره المصمم من موازنة بين هاتين الكلفتين (كلفة الخزن وكلفة الوقت) والتي تعتمد مباشرة على معطيات المعضلة نفسها .



شكل رقم -4-

كلفة انظمة الانتاج

3- بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي :

3-1- معالجة اللغات الطبيعية NATURAL LANGUAGE PROCESSING

توصف اللغات على انها وسائل الاتصال بين المخلوقات الذكية تستخدم لبث معلومات معينة من عقل (مخ) الى عقل اخر او مجموع عقول ، وتتم هذه العملية بوجود قاعدة فخمة جدا من المعومات والمؤثرات التي يقوم العقل بمعالجتها مع افتراض وجود قاعدة مشتركة من المعلومات بين العقول المتحاورة .

من خلال التعريف يمكن تصور حجم الصعوبة التي تواجه الحاسبات في هذا المجال ، الانه على الرغم من ذلك فأن البحوث قد قطعت اشواطا متقدمة بعد ان وضعت بعض القيود بقصد تبسيط العملية ومن هذه القيود :

أ- يجب ان يتم العمل في غرف هادئة ومعزولة عن المؤثرات الخارجية .

ب - اختزال مصطلحات وقواعد اللغة المطلوبة الى الحد الادنى اللازم للتفاهم .

ج - يجب ان يكون هناك توليف بسيط لكل متحدث للتخلص من اختلاف النبرة الصوتية بين شخص واخر .

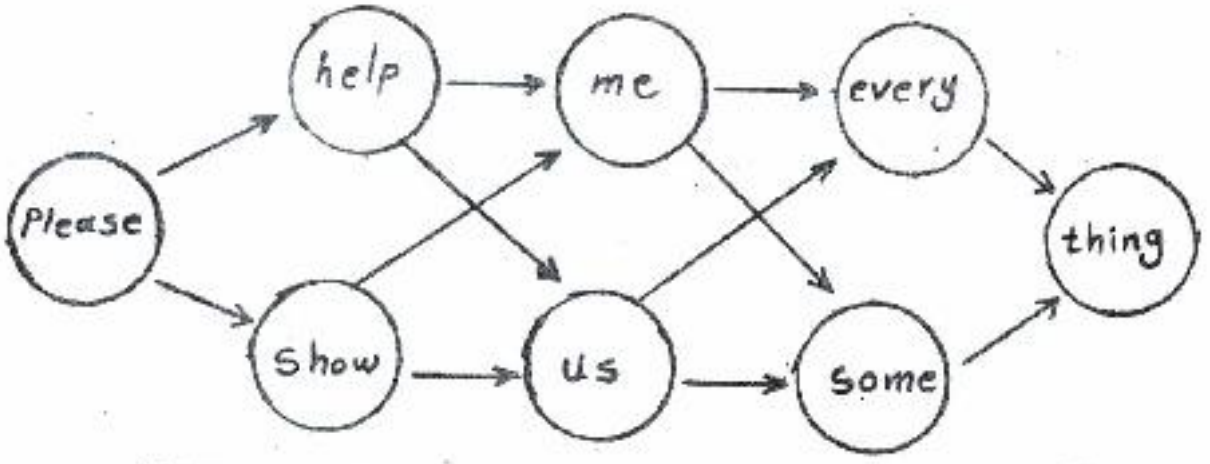
وهناك بعض التطبيقات التي عالجت مشكلة فهم اللغات الطبيعية نذكر منها التطبيقين التاليين :

(ERMAN L.D.etal ACM Surveys 12(2) HARPY) -1-1-3

تقوم فكرة هذا التطبيق على تسجيل كافة مصطلحات ومفردات اللغة على هيكل شبكي من المعلومات حيث تمثل عقد الشبكة كلمات ومفردات اللغة ويتم ربط هذه العقد مع بعضها اعتمادا على الاحتمالات المختلفة لورود هذه الكلمات .

وعليه فان معرفة جملة معينة يتطلب ايجاد مسار(PATH)في شبكة المعلومات يربط بين الكلمات التي تحتويها الجملة كما موضح في شكل رقم -5- .

ومن مشاكل هذا التطبيق هو المساحة المطلوبة لخزن الهيكل الشبكي والوقت المطلوب للبحث في هذا الهيكل الهائل ، بالاضافة الى ضرورة اعادة بناء الهيكل كلما برزت الحاجة الى اضافة كلمات او مصطلحات جديدة الى الهيكل الشبكي .



شكل رقم -5- HARPY NETWORK

3-1-2- (ERMAN L.D.etal ACM Sarueys 12(2) HEARSAY)

تعتمد فكرة هذا التطبيق على القواعد النحوية الخاصة باللغة المراد تطبيقها والاسس التي تتم بواسطتهـــا تمييز عناصر الجملة من افعال واسماء وصفات ..الخ .

واستنادا على هذا فأن البرنامج مقسم الى وحـــدات متخصصة حسب عناصر الجملة ويجزء الكلام الداخل الـــى كلمات ويتم فحص كل كلمة من قبل هذه الوحدات التـــي تقوم بطرح فرضيات على نوع الكلمة الداخلة مع معايير للثقة (نسبة مئوية تشير الى صحة الفرضية ومقـــدار الثقة بهما وتحتسب وفق معادلات رياضية خاصة بها) .

بعد ذلك يتولى برنامج السيطرة باستخلاص الفرضيـــة الصحيحة وجمع معنى الجملة بعد اكتمال فحصها .

يختلف هذا التطبيق عن التطبيق الـــوارد في 3-1-1 (HARPY) بكونه لايعتمد على تسجيل مسبق لمصطلحـــات اللغة لذا فأنه يتيح مرونة اكبر في تمييز كلمـــات جديدة غير معرفة في النظام الا ان هذا يعتمد على دقة وصف قوانين وقواعد اللغة والشواذ الواردة فيها .

3-2- برمجة المباريـــــات GAMES PROGRAMMING

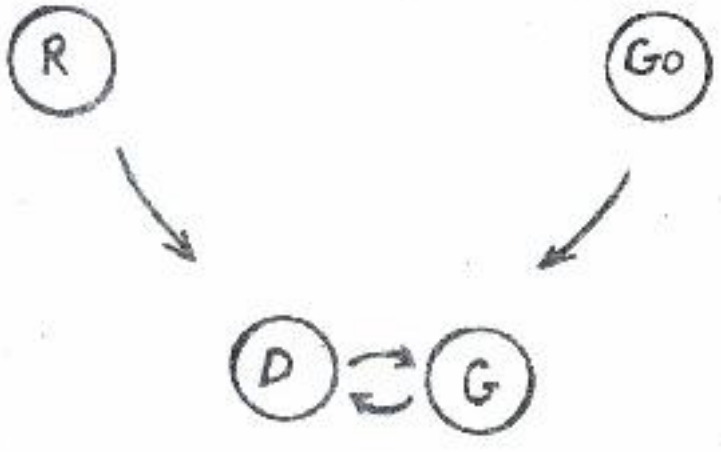
تعتبر برامج المباريات من المجالات الخصبة للذكـــاء الاصطناعي وذلك لكثرة وتشعب عدد الاحتمالات المطلوبة في

البحث عن الحل واعتوائها على قواعد واضحة لتمثيـــــــل المعياريات بالاضافة الى سهولة تمثيل قاعدة المعلومـــــات المطلوبة للمسألة .

ولغرض اعطاء وصف اولي لبرامج المعياريات ندرج الرمـــوز التالية :

- GO الحالة الابتدائية للمهارة .
- G الحالة الجارية (الحالية) للمهارة .
- R مجموعة قواعد المعياريات (RULES) .
- D القـــــرار .

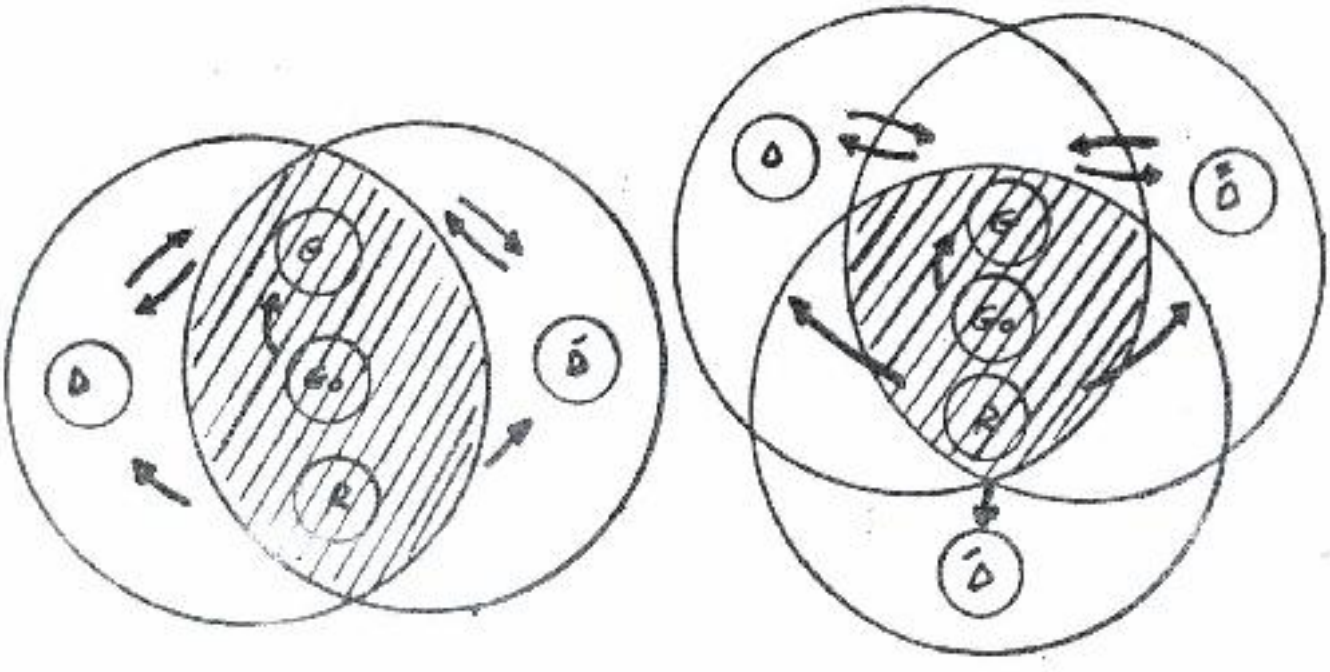
تمثل هذه الرموز العناصر الاساسية في برنامج المعياريات ويوضح الشكل -6- طريقة التفاعل فيما بينها لطرف واحد.



شكل رقم -6-

الا ان هذه العلاقة سوف تختلف قليلا عندما يشترك في المبارة اكثر من طرف حيث ان الحالة الابتدائية (G O) والحالة الجارية (G) ومجموعة القواعد (R) وسوف تكون مشتركة بينما يكون هناك قرار مستقل لكل طرف .

الشكل رقم -7- يوضح العلاقة بين هذه العوامل لطرفين (1) ولثلاثة اطراف (ب) .



شكل رقم -7-

-ب-
برنامج المباريات لثلاثة اطراف

-أ-
برنامج المباريات لطرفين

اما علاقة الحاسبة بهذه البرامج فيمكن ان تكون احد الامـــور التالية :

أ- الخصـــم (OPPONENT) :

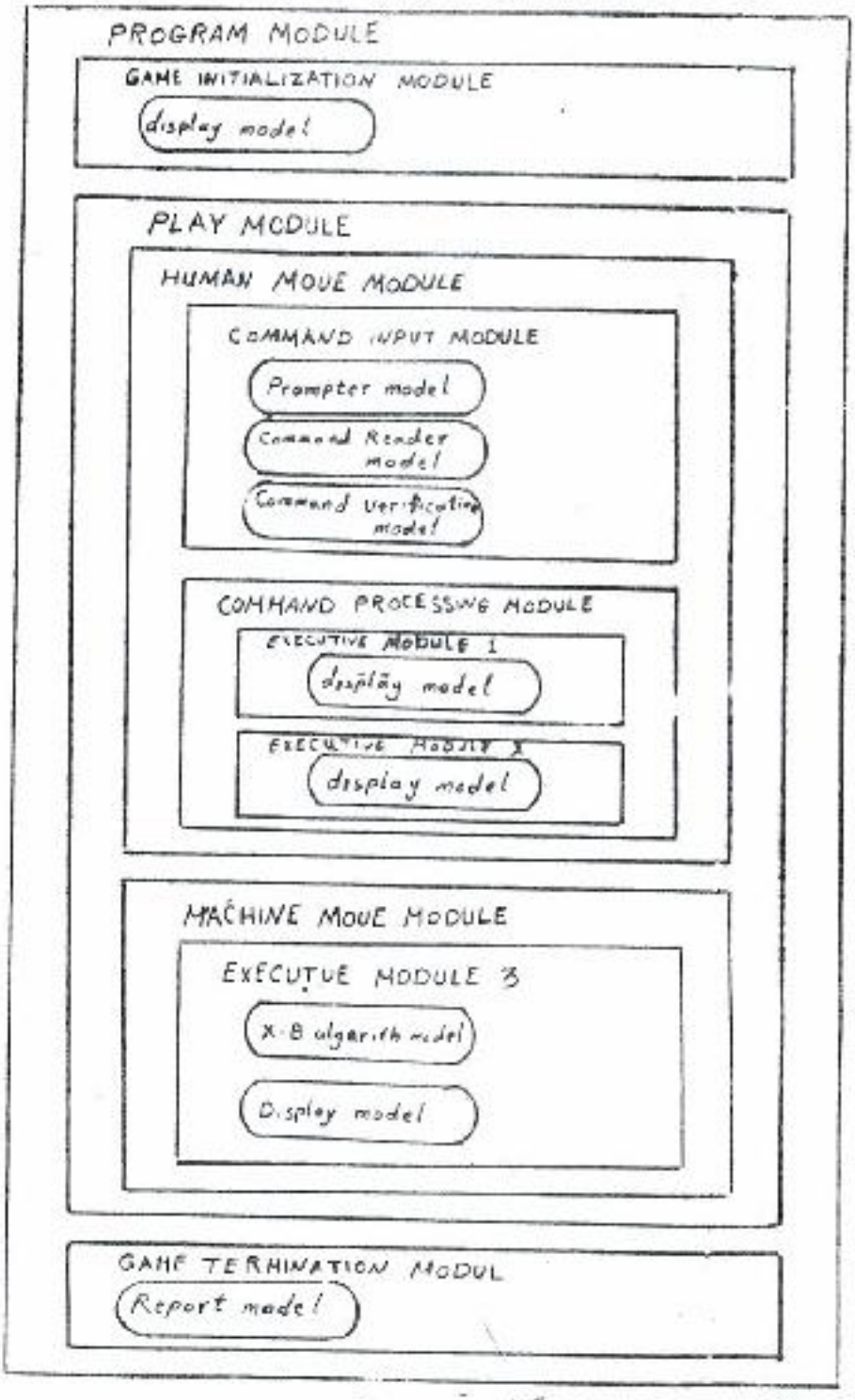
وتصح هذه الحالة على البرامج التي تلعب من قبل طرفيـن ، احد الاطراف هو الحاسبة والمسألة المركزية في برمجة هذا النوع هو كيفية اقيام الحاسبة لاتخاذ قرار معقـــول (D) يعتمد على الحالة الجارية للمباراة (G) وعلى مجموعـة القواعد (R) ويمكن ان يؤثر على قرار اللاعب الاخر (D) .

ب - الوسيـــط (MODERATOR):

لايعتمد هذا الدور على عدد الاطراف التي تشتـــــــــرك في المباراة ويقتصر دور الحاسبة على تهيئة كافة العوامـــل المؤثرة على المباراة وعرض البيانات عند طلبهـا او عرض الحالة الجارية مع اجراء التحديثات عليها باستمرار .

ج - المشـــــرع (LAWGIVER) .

هناك بعض المباريات التي تحتوي قواعدها على اجـــــزاء متغيرة ويعتمد تحديد هذه الاجزاء على اجراء حسابـــــات رياضية معقدة لاحتمال ورودها وبناء فرضيات قائمة علـــى اساس هذه الاحتمالات ومن ثم التوصل الى استنتاجات اشبـه بالقوانين ، وبمعنى اخر ان القواعد يجري بناؤهـــــا وتكاملها اثناء استمرار المباراة .



شكل رقم -8-

تصميم هيكلي لبرامج المباريات

اما تصميم برامج الصباريات فقد جرت عدة محاولات لاعـــــداد تصاميم قياسية تصح لاغلب هذه البرامج مع الاخذ بنظر الاعتبار خصوصية كل برنامج .

والشكل رقم -8- يوضح تصميما قياسيا لهذه البرامج .

3-3 الانظمة الخبيرة EXPERT SYSTEMS

يمكن تعريف الانظمة الخبيرة على انها الانظمة القـــادرة على القيام بواجبات الاخصائي (او تقديم الاستشـــارة في اختصاص معين) بكل ما يتطلبه هذا الاختصاص من المـــام كامل بحقول المعرفة المطلوبة لذلك الاختصاص مضافا اليه كل الخبرات والاستنتاجات المتراكمة في ذلك الاختصاص .

المشكلة المركزية في هذا الموضوع هو كيفية تمثيـــل المعرفة المتراكمة لدى الخبرات البشرية وكيفيـــة تداولها واستخدامها , وتصبح المشكلة اكثر تعقيدا لو علمنا ان قسما من المجالات المهمة تفتقر الى وجـــود قواعد واحكام دقيقة واكيدة يتبعها الاخصائي في تأديـــة مهامـــه .

اضافة الى ذلك يمكن ان نجمل طبيعة الانظمة الخبيرة بما يلي :-

أ . ليست هناك نظرية معينة لإعطاء الحلول للمشاكل التي تتعرض لها الانظمة الخبيرة بل هناك حل متخصص لكل مشكلة .

ب . تتطلب تمثيل كمية كبيرة من المعرفة الخاصة بذلك المجال الى جانب الالمام الواسع بالخبرات المضافة للاختصاص .

ج - ليست هناك قواعد ثابتة لتمثيل هذه المعلومات وانما تعتمد على ملاحظات وقدرة فريق العمل على ايجاد وسيلة خاصة لتمثيلها .

استنادا لما تقدم فأنه يصعب بناء تصاميم قياسية يمكن تطبيقها في مجالات مختلفة , الا ان الجهود منصبة على بناء تصاميم هيكلية للانظمة الخبيرة تتضمن الامور المشتركة (مثل الية الانتاج INFERENCE ENGINE والية مطابقة قواعد الانتاج وتنفيذها (PRODUCTION RULES MATCH&FIRE).

وتترك الخصوصات المتعلقة بنوع الخبرة المطلوبة (مثل تمثيل البيانات ونوع النتائج الخارجة وكيفية التحاور مع النظام الخبير) .

بالرغم من خصوصية هذا المجال فأنه يمكن وضع خطوط عامة يمكن ان تكون مفيدة في انجاز تصاميم الانظمة الخبيرة ومنها ما يلي :-

أ . يجب ان يتم التفكير في التطبيق بشكل نظري مجرد (ABSTRACT) ومن اعلى المستويات (اي تستبعد كل التفاصيل الجزئية والفنية) ويمكن الاستعانة هنا بالنظم الهيكلية المصممة لهذا الغرض

ب . يتم تنسيق المعلومات المتوفرة من الاختصاصي والخبرات المطلوبة وتجمع على شكل قواعد انتاج (PRODUCTION RULES) وتعتبر هذه الخطوة من اهم الخطوات واكثرها استهلاكا للوقت .

ج . يستم اختيار احد هياكل المعلومات (DATA STRUCTURE) الملائمة لطبيعة المعلومات ونوع اسلوب البحث المطلوب .

د . بناء وحدة التشبيك البيني مع المستفيد (USER INTERFACE) استنادا الى معطيات التطبيق .

4-3 علم الانسان الالي : ROBOTICS

يعني هذا الموضوع بدراسة وكتابة الانظمة للاجهزة ذات الادارة الذاتية والتي تقوم باعمال ميكانيكية (وفكرية) عوضا عن الانسان الا ان الحدود لازالت ضيقة في مجال الاعمال الفكرية وذلك لتعقيدها وخطورتها .

من العناصر الرئيسية لهذا الموضوع هو دراسة البرامج التي تقوم ببناء الخطط اللازمة لحركة الذرع الالية (او الاجزاء المتحركة منها) في الفضاءات المسموح بها والتحكم بدقة بأطراف الذرع لانجاز الاعمال المطلوبة ومن ثم تنفيذ هذه الخطط واجراء التعديلات اللازمة عند حدوث عوارض غير متوقعة اثناء التنفيذ .

يشمل هذا الموضوع بناء البرامج اللازمة بالاضافة الى الاعمال الالكترونية والميكانيكية المطلوبة للالية ، لذلك فأن فرق العمل في هذا المجال هي خليط من المهندسين المتخصصين ببناء الاجهزة والمهندسين المتخصصين ببناء الانظمة والبرامج .

هناك وسائل عديدة لتعليم الانسان الالي ما مطلوب منه ومنها :-

أ . التعلم بالتبرمج Learning by being programmed

ب . التعلم بالتلقين Learning by being told

ج . التعلم بامثلة منتخبة Learning by well chosen examples

وعلى الرغم من ان اختيار احد هذه الاساليب مرتبط بنوع العمل المطلوب من الانسان الالي ، الا ان الاسلوب الاول يعتبر من الاساليب التي تصح على كافة الاعمال نظرا للمرونة التي

توفرها خاصة بعد ظهور لغات خاصة لبرمجة الانسان الالي مثل لغة RAPT وتتوفر في هذه اللغات الخصائص التالية :-

أ . امكانية وصف الاجسام التي يتداولها الانسان الالي وبيان خصائصها (الابعاد ، الوزن ، نوع المادة ..... الخ) .

ب . امكانية وصف العلاقات بين هذه الاجسام لاغراض تركيب وبناء الاجهزة حيث يتطلب ان يوضع كل جسم او قطعة في موضع معين مع وجود ترتيب وتسلسل خاص حسب التصميم المطلوب لذلك الجهاز .

ج . وصف اوضاع الاجسام (الوضع الذي يتم فيه تحريك الاجسام).

د . وصف عام لجدولة التركيب والبناء .

هـ . التحسس المرئي VISUAL SENSING لاتاحة المجال للبرامج لغرض التحقق من صحة مواقع الاجسام في اماكنها المخصصة وفي حالة وجود اي اختلاف فان بأستطاعة البرنامج مراجعة نفسه واعادة ترتيب الخطة لتأمين انجاز العمل بصورة صحيحة .

4- الخاتمة

تضمنت المقالة تعريفا مبسطا لموضوع الذكاء الاصطناعي بهدف تعريف القارئ بهذا الموضوع الحيوي مع اعطاء فكرة مبسطة عن بعض تطبيقاته الاساسية .

وقد توخينا من خلال العرض تقديم اهم المفاهيم والمبادئ الاساسية التي تصلح كمدخل للموضوع دون الدخول في التفاصيل الدقيقة والتي يمكن تناولها بشكل اوسع لكل جانب من جوانبه .

المصـــــــــادر

1- Nilson,Nils J.

Principles of Artificial intelligence

Springer-Verlag 1980.

2- Pearl, Judea

Heuristics ,

Intelligent Search Strategies for computer poroblem

Solving .Addison-Wesley 1984

3- Solomon, Eric

Games Programming .

Cambridge 1984 .

4- Doran, Jim Spacek , Libor

Lecture Notes in Artificial Intelligence .

University of Essex 1984

5- Winston, P. Horn

Artificial Intelligence

Addison-Wesley . second edition 1984.

6- Winston, P. Horn

LISP

Addison-Wesley 1982.

7- Clocksin, W. F. & Mellish, C. S.

Programming in PROLOG

Springer-Verlag 1981.

8- Erman, L. D. ,Hayes-Roth,F. ,Lesser, V.R. Reddy, D. R.

The HEARSAY - II Speech understanding system :Integrating Knowledge to resolve uncertainty

ACM Computing surveys 12 (2) , PP 213 - 253 .

9- Popplestone, R. J. Ambler, A. P.& Bellos, I

RAPT: A Language for describing Assemblies .

The industrial Robot (Sept. 1978) PP 131 - 137 -